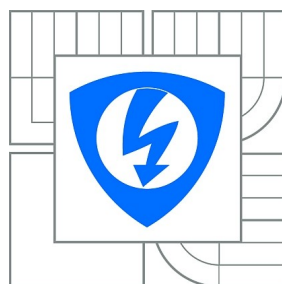


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH
TECHNOLOGIÍ

ÚSTAV RADIOELEKTRONIKY

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION

DEPARTMENT OF RADIOELECTRONICS

DIALKOVÉ SPÍNANIE ELEKTRICKÝCH SPOTREBIČOV MOBILNÝM TELEFÓNOM

REMOTE SWITCHING OF ELECTRICAL APPLIANCES BY THE MOBILE PHONE

BAKALÁRSKA PRÁCA

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

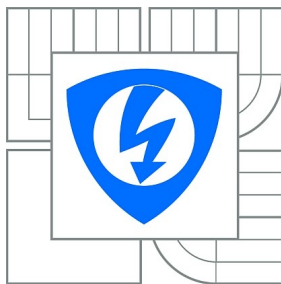
VEDÚCI PRÁCE

SUPERVISOR

MARTIN HRABINA

prof. Ing. VÁCLAV ŘÍČNÝ, CSc.

BRNO 2013



**VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ V BRNĚ**
Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií

Ústav radioelektroniky

Bakalárska práca

bakalársky študijný odbor

Elektronika a sdělovací technika

Študent: Martin Hrabina

ID: 136522

Ročník : 3

Akademický rok: 2012/2013

NÁZOV TÉMY:

Dial'kové spínanie elektrických spotrebičov mobilným telefónom

POKYNY PRE VYPRACOVANIE:

Navrhnete prijímaciu časť systému dial'kového spínania elektrických spotrebičov pomocou mobilného telefónu.

Bakalárska práca musí obsahovať:

- (1) stručný rozbor možných riešení s ohľadom na odolnosť systému proti náhodným rušivým signálom,
- (2) detailnú blokovú schému,
- (3) obvodový návrh a návrh plošných spojov,
- (4) realizáciu a funkčné overenie vstupného tŕaovacieho a zabezpečovacieho obvodu.

ODPORUČENÁ LITERATÚRA:

[1] REDDY, K., ALTHOBETI, F., HUSSAIN, A. GSM-controllable power switch system for industrial power management. International. Journal of Engineering Trends and Technology, 2011 [cit. 1.12.2011]. Dostupné na [www: http://www.internationaljournalssrg.org](http://www.internationaljournalssrg.org)

[2] FLAJZAR, T. GSM alarm. Praha: BEN – technická literatúra, 2005

Termín zadania: 11.2.2013

Termín odovzdania: 31.5.2013

Vedúci práce: prof. Ing. Václav Říčný, CSc.

Konzultanti bakalárskej práce:

prof. Dr. Ing. Zbyněk Raida

Predseda odborovej rady

UPOZORNENIE:

Autor bakalárskej práce nesmie pri vytváraní bakalárskej práce porušiť autorské práva tretích osôb, najmä nesmie zasahovať nedovoleným spôsobom do cudzích autorských práv osobnostných a musí si byť plne vedomý následkov porušenia ustanovení § 11 a nasledujúcich autorského zákona č. 121/2000 Zb., vrátane možných trestnoprávných dôsledkov vyplývajúcich z ustanovení časti druhej, hlavy VI. diel 4 Trestného zákonníku č.40/2009 Zb.

ABSTRAKT

Táto práca sa zaoberá riešením diaľkového spínania elektrických zariadení pomocou GSM. V prvej časti zhŕňa požiadavky a vymenúva možnosti riešenia vzhľadom na ich jednoduchosť a možnosť zabezpečenia proti rušeniu a bezpečnosti proti neautorizovanému spínaniu. V prvej časti je taktiež vybraná jedna z možností ktorá bude ďalej rozvíjaná. Druhá časť sa zaoberá samotným návrhom GSM diaľkového ovládania, najskôr blokovo a potom obvodovo. Koniec práce je venovaný návrhu dosky plošných spojov a jej konštrukcii a overeniu činnosti.

KLÚČOVÉ SLOVÁ

GSM diaľkové ovládanie, mobilný telefón, diaľkové spínanie, diaľkové ovládanie

ABSTRACT

The concern of this work is GSM remote control. First part is summary of requirements and possible solutions of given problem, discussing their complexity and tolerance against interference and unauthorized switching. Also, in the first part, there is selected one solution which is discussed in detail. Second part of the work consists of theoretical and circuitry design of GSM remote switch itself. End of this work is dedicated to the construction of whole device and checking its functionality.

KEYWORDS

GSM remote switch, cell phone, remote switching

HRABINA, M. *Dialkové spínanie elektrických spotrebičov mobilným telefónom*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií. Ústav radioelektroniky, 2013. 32 s., 1s příloh. Bakalárska práca. Vedúci práce: prof. Ing. Václav Říčný, CSc.

PREHLÁSENIE

Prehlasujem, že svoju semestrálnu prácu na tému Dialkové spínanie elektrických spotrebičov mobilným telefónom som vypracoval samostatne pod vedením vedúceho bakalárskej práce a s použitím odbornej literatúry a ďalších informačných zdrojov, ktoré sú všetky citované v práci a uvedené v zoznamu literatúry na konci práce.

Ako autor uvedenej bakalárskej práce ďalej prehlasujem, že v súvislosti s vytvorením tejto bakalárskej práce som neporušil autorské práva tretích osôb, najmä som nezasiahol nedovoleným spôsobom do cudzích autorských práv osobnostných a/alebo majetkových a som si plne vedomí následkov porušenia ustanovení § 11 a nasledujúcich zákon č. 121/2000 Sb., o práve autorskom, o právach súvisiacich s právom autorským a o zmene niektorých zákonov (autorský zákon), v znení neskorších predpisov, vrátane možných trestnoprávnich dôsledkov vyplývajúcich z ustanovenia časti druhej, hlavy VI. diel 4 Trestného zákonníku č. 40/2009 Sb.

V Brne dňa

.....

(podpis autora)

POĎAKOVANIE

Ďakujem vedúcemu bakalárskej práce prof. Ing. Václavovi Říčnému, CSc. za účinnú metodickú, pedagogickú a odbornú pomoc a ďalšie cenné rady pri zpracovaní mojej bakalárskej práce.

V Brne dňa

.....

(podpis autora)

OBSAH

Obsah	vi
ZOZNAM OBRÁZKOV	viii
ÚVOD	1
1 ANALÝZA MOŽNOSTÍ RIEŠENIA	2
1.1 Realizácie a zabezpečenie.....	2
2 SYSTÉMOVÉ RIEŠENIE GSM OVLÁDANIA	5
2.1 Bloková schéma.....	5
2.2 Mobilný telefón.....	8
2.3 Simulácia funkcie vstupného a tvarovacieho obvodu.....	9
2.4 Vstupný a tvarovací obvod.....	10
2.5 Zabezpečovací obvod.....	11
2.6 Obvody pre výber pracovného režimu.....	12
2.7 Výstupný obvod.....	13
2.8 Napájací obvod.....	13
2.9 Voľba aktívnych súčiastok.....	13
3 OBVODOVÝ NÁVRH GSM DIAĽKOVÉHO OVLÁDANIA	14
3.1 Vstupný a tvarovací obvod.....	14
3.2 Zabezpečovací obvod.....	17
3.3 Obvody pracovných režimov a výstupný obvod.....	19
3.4 Napájací obvod.....	21
4 NÁVRH KONŠTRUKČNÝCH PODKLADOV	22
4.1 Vývoj dosky plošných spojov.....	22
5 REALIZÁCIA FUNKČNÉHO VZORKU	27
5.1 Oživovanie.....	27
6 ZÁVER	31
LITERATÚRA	32
ZOZNAM SYMBOLOV, VELIČÍN A SKRATIEK	33

ZOZNAM PRÍLOH	34
A Prílohy	35
A.1 Katalógový list ku klopnému obvodu.....	35

ZOZNAM OBRÁZKOV

Obr. 1: Bloková schéma GSM dialkového ovládania	6
Obr. 2: Priebehy vo významných bodoch blokovej schémy	7
Obr. 3: Tón zvonenia vo volajúcom a prijímajúcom telefóne	8
Obr. 4: Priebehy signálov v uvedenom obvode	9
Obr. 5: Signály vstupného a zabezpečovacieho obvodu	10
Obr. 6: Bloková schéma zabezpečovacieho obvodu	11
Obr. 7: Časové priebehy signálu v zabezpečovacom obvode	12
Obr. 8: Vstupný a tvarovací obvod	16
Obr. 9: Zabezpečovací obvod	18
Obr. 10: Obvodové zapojenie režimu z - v	20
Obr. 11: Obvodové zapojenie časového režimu	20
Obr. 12: Schéma celého zariadenia	23
Obr. 13: Doska plošných spojov	24
Obr. 14: Rozloženie súčiastok na doske plošných spojov	25
Obr. 15: Schéma zariadenia po korekcií	28
Obr. 16: Zariadenie v montážnej krabicičke	29
Obr. 17: Zariadenie s odstráneným krytom	30

ÚVOD

Zadanie bakalárskeho projektu požaduje návrh, realizáciu vybraných blokov a overenie funkčnosti zariadenia pre diaľkové spínanie elektrických spotrebičov prostredníctvom mobilného telefónu. Požadovaná je jednosmerná komunikácia z riadiaceho mobilného telefónu k riadenému zariadeniu, ďalšími požiadavkami sú nízka cena, jednoduchosť a odolnosť voči rušeniu a neautorizovanému spusteniu. Zadanie nepredpokladá spätnú komunikáciu, aj keď by bolo výhodné ak by bol používateľ informovaný o dosiahnutom stave zariadenia, čo by však bolo na úkor požadovanej jednoduchosti. Zariadenie bude disponovať dvoma pracovnými režimami, a to režimom okamžitého spínania a vypínania alebo spustenie na vopred stanovenú dobu. Taktiež je požadovaný čo najmenší zásah do mobilného telefónu. Z rozboru možných riešení tejto práce bude vybrané jedno a na jeho základe bude zariadenie skonštruované. Vybrané riešenie zahŕňa galvanickú väzbu medzi telefónom a zariadením, jednosmernú komunikáciu a dva pracovné režimy. Podľa požiadaviek bude vytvorená jednoduchá funkčná obvodová schéma a následne návrh dosky plošných spojov. Na jeho základe bude celé zariadenie zhotovené a otestované.

1 ANALÝZA MOŽNOSTÍ RIEŠENIA

Táto kapitola analyzuje možné riešenia diaľkového ovládania pomocou GSM siete. Nakoniec je vybraná jedna z možností, prihliadajúc na požadovanú jednoduchosť a nízku cenu.

Z analýzy požiadavok zadania vyplývajú tieto možné koncepcie prijímacej a riadiacej GSM jednotky diaľkového ovládania:

- A) podľa spôsobu zabezpečenia proti príjmu neautorizovaného volania
 - a) zabezpečenie individuálnou SIM kartou (číslo známe iba používateľovi),
 - b) zlepšené zabezpečenie – napr. vyhodnotením počtu zazvonení
- B) podľa typu komunikácie
 - a) jednosmerná, bez spätnej komunikácie s používateľom
 - b) obojsmerná, podporuje spätnú komunikáciu
- C) podľa spôsobu pripojenia výstupu mobilného telefónu k riadiacej jednotke
 - a) optická väzba
 - b) akustická väzba
 - c) elektromagnetická väzba
 - d) galvanická väzba
- D) podľa možností spínania
 - a) jednoduché zapínanie / vypínanie
 - b) možnosť voľby medzi rôznymi pracovnými režimami (napríklad jednoduché spínanie alebo premenlivá doba automatického vypnutia po zopnutí).

1.1 Realizácie a zabezpečenie

V tejto podkapitole budú rozobrané uvedené možnosti riešenia GSM diaľkového ovládania a zhodnotená ich odolnosť proti rušeniu.

Pri optickej väzbe je využité rozsvietenie displeja pri prichádzajúcom hovore alebo správe. Vstupný obvod zariadenia je potom tvorený svetlocitlivou súčiastkou ako napríklad fototranzistor, fotodióda alebo fotoodpor. Toto riešenie patrí k najjednoduchším z hľadiska konštrukčného aj zabezpečovacieho. Svetlu z okolitých zdrojov sa dá jednoducho zabrániť náhodnému spusteniu uzavretím celého zariadenia do krabíčky ktorá však nesmie brániť telefónnemu signálu.

V prípade akustickej väzby je využitá zvuková signalizácia mobilného telefónu. Vstupný obvod tvorený mikrofónom by bol však veľmi citlivý na rušenie z okolitých zdrojov hluku, čo by sa dalo mierne obmedziť málo citlivým alebo smerovým mikrofónom. Ďalšia metóda ktorá využíva zvukovú signalizáciu mobilného telefónu

avšak nieje realizovaná pomocou akustickej ale galvanickej väzby je popísaná v odstavci galvanickej väzby.

Pri prichádzajúcom hovore alebo správe je okolo mobilného telefónu tvorené aj relatívne slabé elektromagnetické pole, ktoré je však použiteľné ako spúšťač signál. V tomto prípade je potrebný citlivý vysokofrekvenčný prijímač a filtračné obvody na elimináciu nežiaducich signálov. Pri nových modeloch mobilných telefónov je potrebná dodatočná úprava prijímacej časti vzhľadom k tomu, že pole generované týmito telefónmi nieje také výrazné ako pri starších modeloch.

Poslednou uvedenou možnosťou je priama galvanická väzba, v prvom rade realizovaná dátovým káblom. Mobilné telefóny majú výstup označovaný MUSIC MUTE alebo RADIO MUTE, na ktorom sa pri prijímaní hovoru zmení logická hodnota, pri niektorých telefónoch je potrebný invertor keďže v týchto prípadoch nadobúda nízku hodnotu. Tento signál je potom vhodný ako spúšťač. Obmenou by mohlo byť pripojenie mikrokontroléru ktorý by sa staral o kontrolu volajúceho čísla, prípadne o typ signálu kedy by bolo možné spúšťať rôzne časové režimy, tento prípad je však spomedzi menovaných najkomplikovanejším. Ďalšou možnosťou by bolo použiť spomínanú zvukovú signalizáciu, avšak tentokrát by bol signál prevedený ešte v jeho elektrickej podobe pomocou galvanickej väzby. Táto možnosť sa dá najjednoduchšie realizovať tak, že k portu pre slúchadlá (keďže pri vyzváňaní signál smeruje aj sem) na mobilnom telefóne bude vodičom vedený elektrický signál do spínacieho zariadenia.

Zabezpečenie proti neautorizovanému spusteniu sa dá realizovať rôznymi metódami. Niektoré môžu byť spoločné pre všetky realizácie, ako napríklad blokovanie hovorov zo všetkých čísel, okrem používateľom vybraných. V iných sa dá odstaviť signalizácia, či už svetelná alebo zvuková, pre vybrané čísla. Alebo, ak používame mikrokontroléry, tieto môžu mať naprogramovanú funkciu selektivity čísel. Tieto metódy môžu byť kombinované aj s inými, ktoré sú uvedené nižšie, avšak selektivita čísel by mala byť dostatočným zabezpečením proti neautorizovanému spusteniu.

Nastavením signalizácie hovoru prichádzajúceho z rôznych čísel disponujú aj staršie modely mobilných telefónov avšak služba blokovania hovorov z rôznych čísel môže byť komplikovaná, keďže záleží na type mobilného telefónu. Niektoré majú túto funkciu zabudovanú (napríklad Samsung), pri iných závisí na type operačného systému (napríklad Symbian), pre novšie telefóny sú dostupné aplikácie typu "whitelist" v ktorých si používateľ môže nastaviť čísla ktoré chce prijímať avšak nájsť bezplatnú a legálnu verziu tohoto softwaru je zložité. Poslednou možnosťou je požiadať o pomoc mobilného operátora avšak táto služba opäť nie je zadarmo.

Z hľadiska všeobecnej bezpečnosti je vhodné na prijímacej strane zvoliť telefónne číslo ktoré predtým nebolo používané a teda nikto nemá dôvod volať naň. Ďalším opatrením by mohlo byť spúšťanie zariadenia pri vopred stanovenom počte zazvonení ktoré by vedel iba používateľ. Toto môže pomôcť aj ak by používateľ omylom zavolať na dané číslo (samozrejme by si to musel včas uvedomiť), táto možnosť by bola riadená vhodným zapojením logických obvodov. V dnešnej dobe sú však veľmi časté telefonické prieskumy, ktoré volajú na celé zoznamy telefónnych čísel a teda utajenie čísla a niekedy aj prednastavenie aktivácie až po určitom počte zazvonení je nutné kombinovať s inými možnosťami.

Pri výbere metódy je potrebné vziať do úvahy najmä náklady a pracovné podmienky na minimalizáciu zdrojov rušenia. Taktiež je dôležité pri prijímacom obvode

uvažovať nad výberom mobilného zariadenia alebo GSM modulu, v druhom prípade by neboli možné všetky spôsoby z uvedených, dôležitú úlohu opäť hrá cena a zložitosť keďže pri module by bolo nutné zakompovať aj mikroprocesor.

Táto práca sa bude venovať realizácii s galvanickou väzbou (C(d)) medzi mobilným telefónom na prijímacej strane a vstupným obvodom spínacieho zariadenia. Bude použité dodatočné zabezpečenie proti neautorizovanému spínaniu (A(a)) avšak celé zariadenie bude podporovať iba jednosmernú komunikáciu (B(a)) s dvoma pracovnými režimami (D(b)). Dôvodom sú požadovaná jednoduchosť, keďže v tomto prípade nie sú potrebné zásahy do mobilného telefónu a taktiež zabezpečovacím obvodom môže byť prikladaná menšia váha vzhľadom k tomu, že hlavné bezpečnostné opatrenia sa dajú nastaviť priamo v mobilnom telefóne.

2 SYSTÉMOVÉ RIEŠENIE GSM OVLÁDANIA

2.1 Bloková schéma

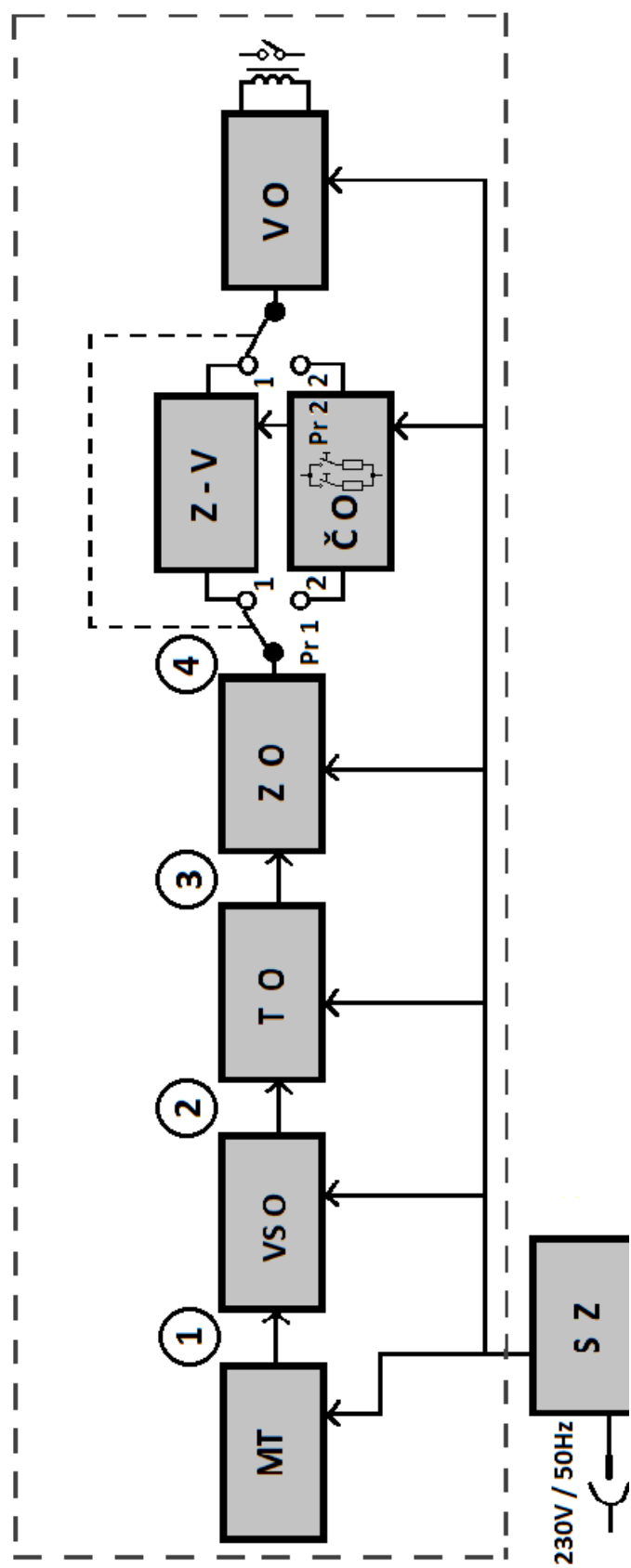
Obrázok číslo 1 je blokovou schémou GSM diaľkového ovládania vytvorenou na základe vybraného konštrukčného riešenia, v iných prípadoch môže obsahovať ešte blok spätnej komunikácie prípadne iné bloky (napríklad pracovné režimy). Skratky používané v blokovej schéme sú vysvetlené v legende uvedenej nižšie. Čísla medzi jednotlivými blokmi predstavujú signál vedený medzi nimi, ich ukážka je na obrázku č. 2, amplitúda signálu z mobilného signálu je určená na základe merania, ostatné sú odvodené od simulácii v programe OrCAD Capture alebo taktiež určené meraním pri napájacom napätí 5V.

Mobilný telefón prijímajúci hovor generuje elektrický signál ktorého amplitúda závisí od nahraného signálu a zvolenej hlasitosti mobilného telefónu. Ten je vedený vodičom pripojením na výstup slúchadiel telefónu do vstupného obvodu, ktorý je tvorený tranzistorom a súčiastkami nastavujúcimi jeho pracovný bod. Aktuálny signál je pomocou tvarovacieho obvodu premenený na obdĺžnikový priebeh ktorý je pripravený na spracovanie v zabezpečovacej časti. V tej sú počítané impulzy a keď sa dosiahne požadovaný počet impulzov počká sa, či nepríde aj ďalšie zazvonenie. Ak nepríde je vygenerovaný riadiaci signál pre ďalší blok, ak príde, zariadenie sa nespustí. Počet impulzov môže byť zvolený ľubovoľne, avšak treba dbať na to kedy je hovor automaticky ukončený operátorom a aj to, koľko je používateľ ochotný čakať, táto práca volí na demonštračné účely počet štyroch zazvonení. Bez spätnej komunikácie je presný počet zazvonení určité riziko, keďže používateľ nemá informáciu aký stav bol dosiahnutý, ľahko môže prísť k omylu, v tejto práci je aj napriek tomu riešená možnosť presne voleného počtu zazvonení namiesto minimálneho počtu.

Mechanickým dvojpólovým prepínačom (Pr 1) je vyriešená voľba pracovného režimu, čo vedie k potrebe jeho nastavenia priamo na mieste a uberá zariadeniu z flexibility. Pracovný režim však býva obyčajne volený na základe spínaného spotrebiča ktorý je taktiež vybraný na mieste čo tento problém nerobí až takým vážnym.

Podľa polohy prepínača je signál vedený do jedného z obvodov ktorý ovláda spínací prvok. V polohe prepínača 1 pracuje zariadenie v režime samostatného zapínania a vypínania, v polohe 2 pracuje v časovom režime, prepínač Pr 2 volí medzi rôznymi časovými intervalmi pri zvolenom časovom režime. Oba režimy sú bližšie opísané v podkapitole, ktorá sa zaoberá pracovnými režimami. Táto práca používa ako spínací prvok výkonové relé. V tomto bode by bol signál odoslaný zároveň aj do obvodu ktorý je pripojený k mobilnému telefónu a zabezpečuje spätnú komunikáciu s používateľom.

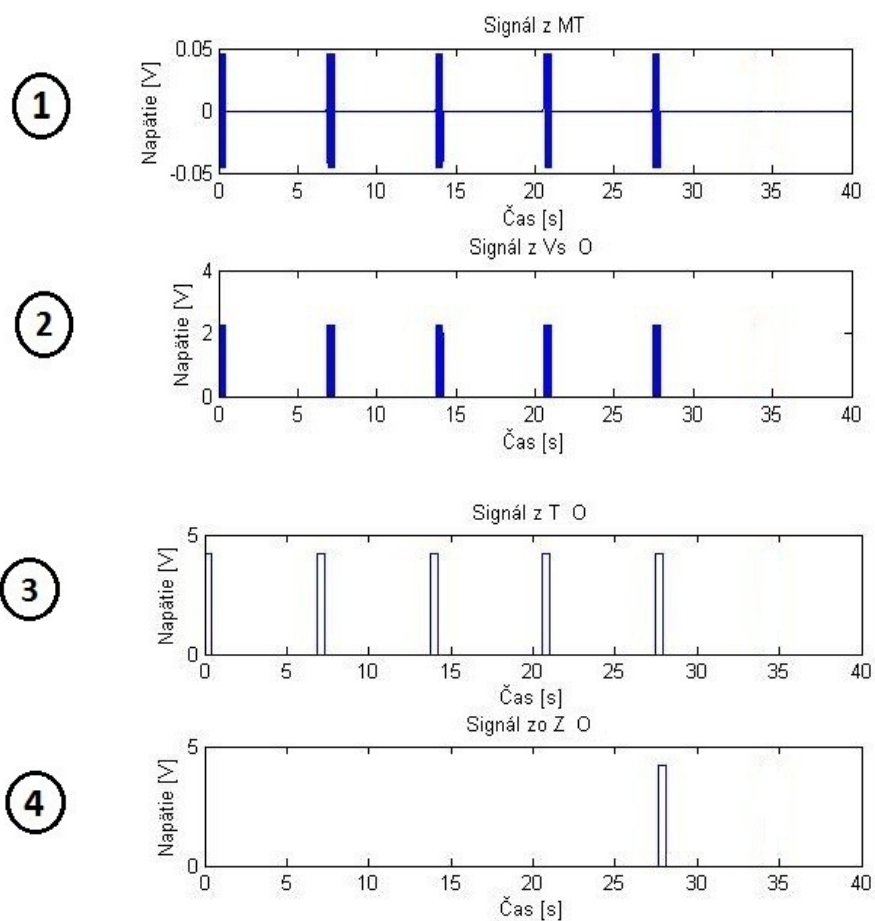
Napájací zdroj bude zásobovať energiou všetky ostatné obvody, prípadne aj mobilný telefón, v tejto práci bude použitý bežne dostupný stabilizovaný zdroj, najmä kvôli úspore miesta na doske plošných spojov.



Obr. 1: Bloková schéma GSM diaľkového ovládania

Význam symbolov v blokovej schéme:

MT	-	Mobilný telefón
VS O	-	Vstupný obvod
T O	-	Tvarovací obvod
Z O	-	Zabezpečovací obvod
Z – V	-	Obvod režimu zapni-vypni
Č O	-	Obvod časového režimu
V O	-	Výstupný obvod
S Z	-	Stabilizovaný zdroj



Obr. 2: Priebehy vo významných bodoch blokovej schémy

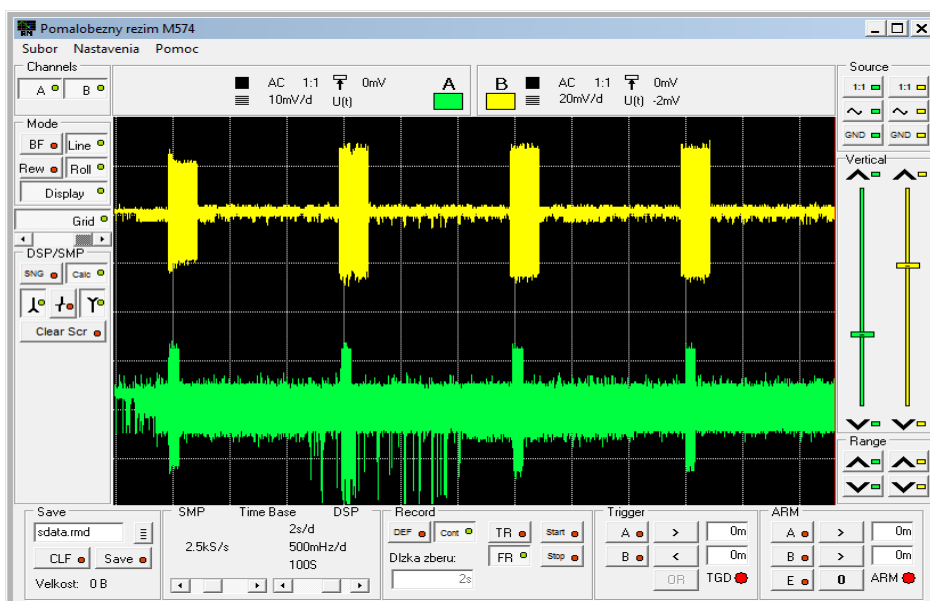
2.2 Mobilný telefón

Táto podkapitola sa bude venovať výberu mobilného telefónu a potrebným nastaveniam ktoré sa vykonajú ešte v mobilnom telefóne. Zásahy do elektrického vybavenia mobilného telefónu, vzhľadom na zadanie, nebudú vykonávané.

Mobilný telefón pre túto aplikáciu by mal byť čo najlacnejší, avšak musí spĺňať minimálne požiadavky. Vzhľadom k výberu pracovnej metódy – aktivácia elektrickým signálom zo slúchadiel, je potrebné aby mal telefón funkčnú a aktivovanú zvukovú signalizáciu a s ohľadom na spôsob zabezpečenia je vhodné aby sa do mobilu dal nahráť špecifický vyzváňací tón.

V tejto práci bude využitý mobilný telefón Nokia 5310 keďže bol k dispozícii už pred zahájením práce, avšak použité môžu byť aj niektoré staršie modely. Podľa funkcie vybraného mobilného telefónu sa potom prispôbujú obvody zariadenia, na kompenzáciu chýbajúcich funkcií.

Ako prvé je vhodné nastaviť tón zvonenia. Použitý je krátky impulz vzhľadom k jeho výhodnému priebehu, tento impulz však bude potrebovať ďalšie tvarovanie aby bol použiteľný vo všetkých blokoch zariadenia. Na zabezpečenie sa v tejto práci využíva aj čítač impulzov, preto bolo potrebné aby volajúci vedel koľko impulzov bolo vygenerovaných počas jeho hovoru. Zvonenie na prijímacom telefóne, krátky impulz, bol upravený pomocou programu Audacity tak, aby pípol práve vtedy, keď aj volajúci počuje tón. Obrázok č.3 ukazuje na kanále A (žltý) volajúci telefón a na kanále B (zelený) vyzváňanie na prijímacom telefóne. Úroveň výstupného signálu môže byť nastavená hlasitosťou na prijímačom telefóne, každopádne však vo vstupnom obvode bude signál zosilnený.

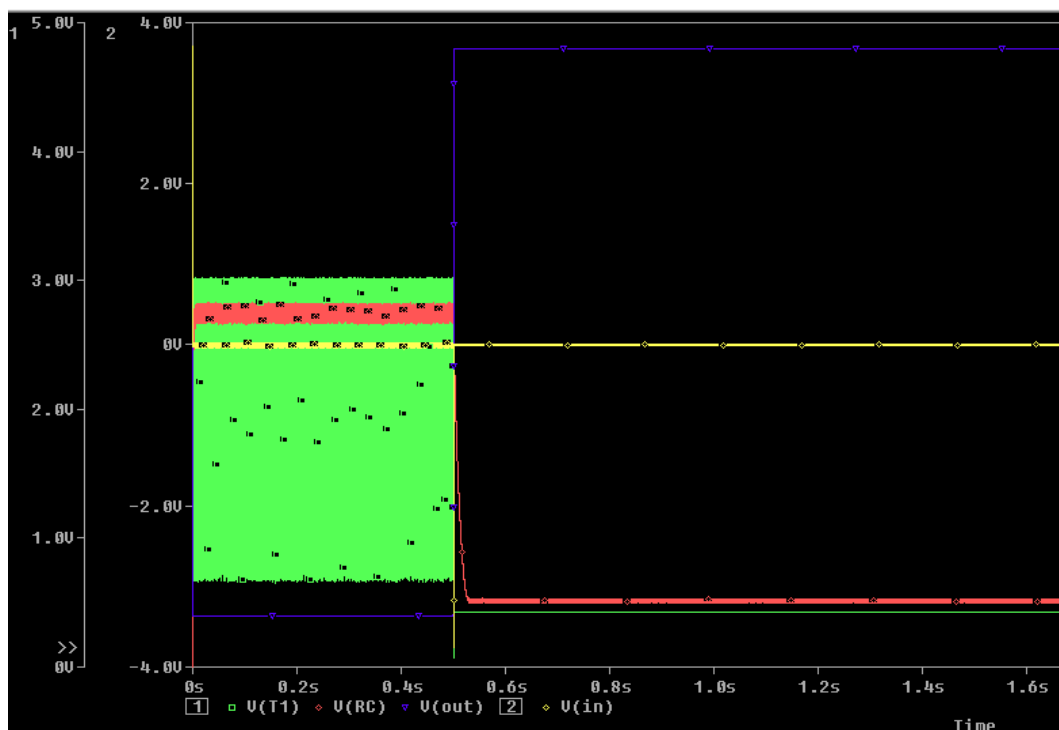


Obr. 3: Tón zvonenia vo volajúcom a prijímačom telefóne

Prvotné zabezpečenie proti neautorizovanému spusteniu sa nastaví taktiež v mobilnom telefóne, bude založená skupina do ktorej budú patriť všetky čísla, ktoré majú povolenie spínať. Vo vyzváňacích profiloch sa následne zruší hlásenie pre všetky hovory a povolí sa iba pre zvolenú skupinu. Toto opatrenie zruší zvukové hlásenie, teda aj generovanie elektrického impulzu, pre ostatné čísla a hovory z nich nebudú systém aktivovať. Pre úsporu energie je výhodné odstaviť svetelné a vibračné hlásenie pre úplne všetky hovory.

2.3 Simulácia funkcie vstupného a tvarovacieho obvodu

Na obrázku č. 4 sú ukázané časové priebehy zo vstupného a tvarovacieho obvodu na základe simulácie v programe OrCAD Capture. Signál in (žltý) je výstupný signál z mobilného telefónu simulovaný dodatočnými obvodmi, jeho parametre boli zistené na základe meraní osciloskopom. Signál T1 (zelený) je priebeh napätia za prvým tranzistorom, RC (červený) je potom priebeh upravený RC členom. Výstupný signál z druhého tranzistoru a zároveň aj tvarovacieho obvodu je reprezentovaný signálom out (modrý). Osa č. 2 je osou pre signál in, keďže pre jeho nízku amplitúdu by pri zvyšných priebehoch nebol dostatočne výrazný.



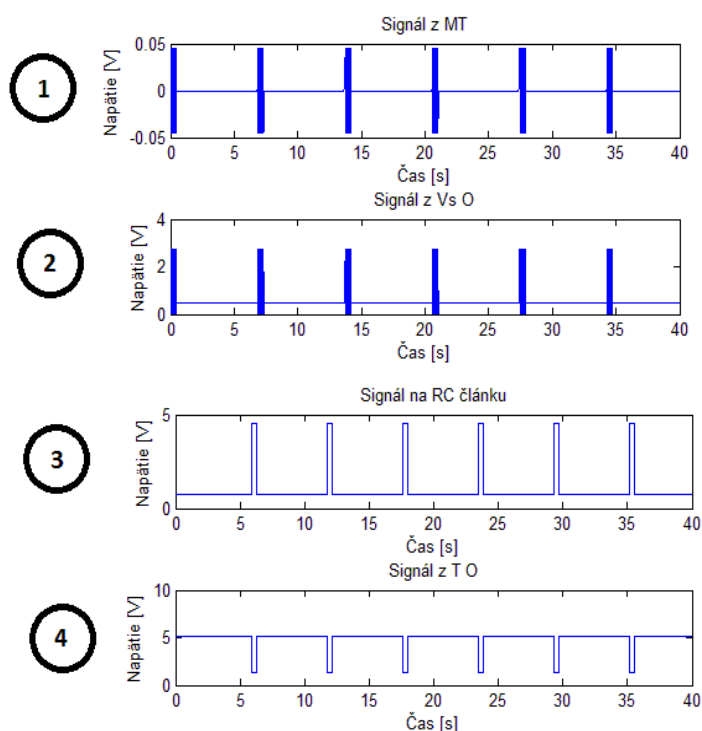
Obr. 4: Priebehy signálov v uvedenom obvode

2.4 Vstupný a tvarovací obvod

Vstupné a tvarovacie obvody slúžia na detekciu a následné vytvarovanie prijatého signálu na tvar vhodný pre ďalšie spracovanie.

Ako vstupný signál slúžia impulzy generované mobilným telefónom. Ich tvar a veľkosť bola určená osciloskopom, amplitúda je približne 35 mV a perióda impulzov je približne 6 sekúnd. Impulzy však nie sú tvorené obdĺžnikovou funkciou. Tento signál je teda na ďalšie spracovanie nielen príliš malý ale aj nevhodne tvarovaný a preto je prítomnosť týchto obvodov nutnosťou. Tvar vstupného signálu je vykreslený pomocou programu Matlab a jeho priebeh je naznačený na obrázku číslo 5 pod číslom 1.

Vstupný obvod slúži na zachytenie signálu z mobilného telefónu a jeho čiastočné zosilnenie, výstup tejto časti je na obrázku vedľa označenia 2. Tvarovací obvod následne vytvára tieto impulzy do formy obdĺžnikového priebehu ktorý je potrebný na ďalšie použitie. Výstup tvarovacieho obvodu je oproti klasickému obdĺžnikovému signálu invertovaný, teda strieda je vyššia ako 50%. Tento výsledok nie je prekážkou jeho ďalšieho spracovania a konštrukčne bolo jednoduchšie a z hľadiska prúdového odberu výhodnejšie použiť také zapojenie súčiastok ktoré generuje spomínaný signál. Vlastný tvarovací obvod je tvorený dvoma hlavnými časťami, priebeh signálu z ich výstupov je postupne ukázaný na obrázku vedľa čísiel 3 a 4.

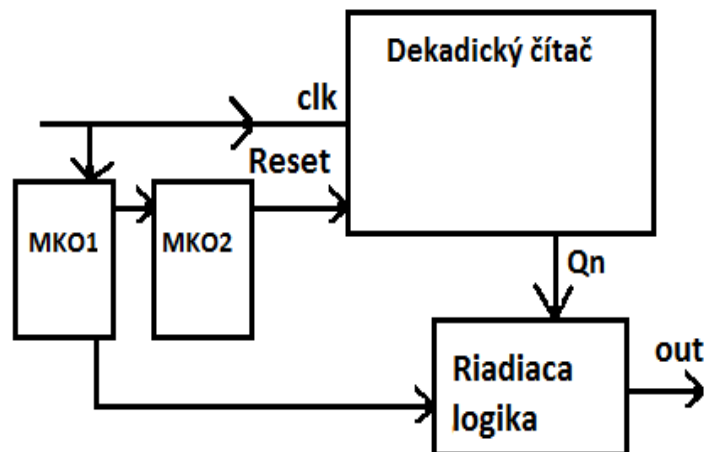


Obr. 5: Signály vstupného a zabezpečovacieho obvodu

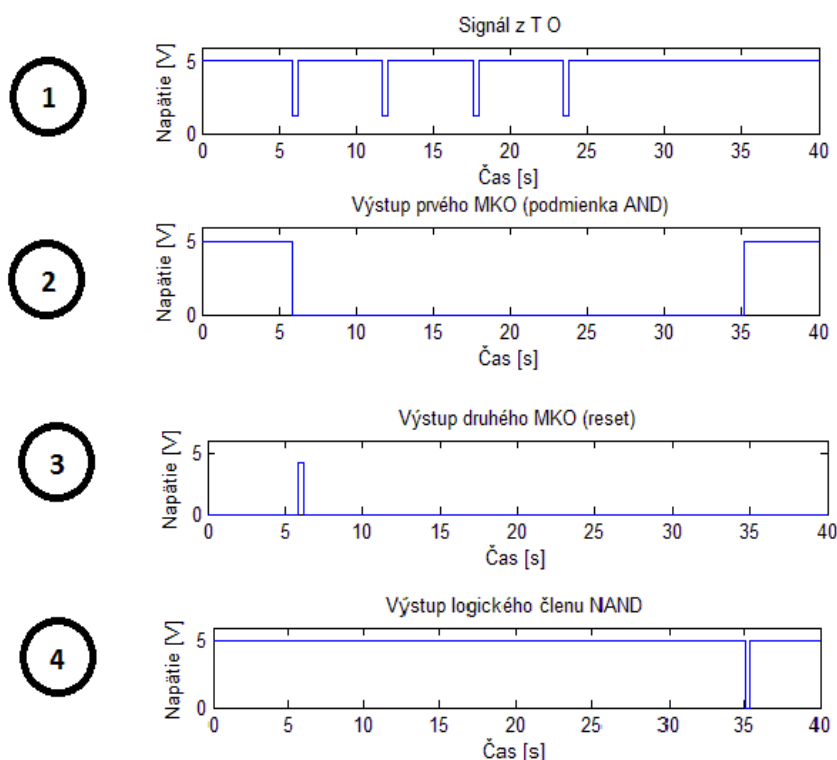
2.5 Zabezpečovací obvod

Na zabezpečenie nielen proti neautorizovanému spínaniu je použitý zabezpečovací obvod. Vzhľadom k zvolenej metóde zabezpečenia je úlohou tohoto obvodu počítať počet zazvonení počas jedného hovoru a na základe toho následne vygenerovať alebo nevygenerovať riadiaci signál pre ďalší blok.

Tento obvod sa stará o to, aby bolo pri každom novom započatí hovoru zresetované počítanie a po ukončení tohoto hovoru vyhodnotený počet zazvonení. Resetovanie pred každým hovorom je vyriešené klopnými obvodmi. Dvojica klopných obvodov u ktorých sa využíva znovuspustiteľnosť je využitá na zachytenie prvého impulzu, konkrétne dobežnej hrany ktorou na čas kratší ako je trvanie jedného impulzu aktivuje resetovací vstup použitého čítača. Tieto klopné obvody plnia zároveň aj funkciu kontroly, či hovor stále prebieha. Táto funkcia je zabezpečená znovuspustiteľnosťou tak, že dočasne stabilný stav trvá o sekundu dlhšie ako je perióda zvonenia, teda obvod sa preklopí chvíľu potom, čo neprišlo zazvonenie ktoré malo prísť. Čítač reaguje na nábežné hrany takže počítanie impulzov je zabezpečené už od prvého zazvonenia hneď po resete. Výstup, v tomto prípade štvrtý, je spolu s klopným obvodom zisťujúcim stav hovoru pripojený na logický člen ktorý po skončení hovoru na základe štvrtého výstupu vyhodnotí počet zazvonení. Časové priebehy signálov v tomto obvode sú na obrázku číslo 7, číslo 1 ukazuje vstupný signál, číslo 2 priebeh signálu za prvým klopným obvodom určujúcim stav hovoru, číslo 3 ukazuje priebeh druhého klopného obvodu – resetovacieho signálu aktívneho vo vysokej úrovni. Výstup logického člena je ukázaný pod číslom 4. Jeden z nasledujúcich obvodov však na svoju správnu funkciu potrebuje riadiaci impulz o čo najkratšom trvaní, logický člen naproti tomu poskytuje trvalú hodnotu na svojom výstupe. Na vyriešenie tohoto problému bude použitý ďalší klopný obvod, jeho výstupný signál je pod číslom 5. Na obrázku č. 6 je zobrazená bloková schéma ukazujúca fungovanie zabezpečovacieho obvodu.



Obr. 6: Bloková schéma zabezpečovacieho obvodu



Obr. 7: Časové priebehy signálu v zabezpečovacom obvode

2.6 Obvody pre výber pracovného režimu

Táto práca uvažuje použitie dvoch pracovných režimov. Prvý pracovný režim má za úlohu zapnúť alebo vypnúť spotrebič zakaždým pri vygenerovaní riadiaceho signálu. Pri druhom pracovnom režime riadiaci signál zapne spotrebič na predom určenú dobu.

Úlohou prvého pracovného režimu je, aby krátky vstupný riadiaci signál previedla na vysokú úroveň až do doby kedy príde druhý riadiaci signál. Pritom neautorizované volanie, teda volanie ktoré nezazvoní potrebný počet krát, nesmie zasahovať do funkcie zariadenia, preto bol v zabezpečovacom obvode potrebný posledný klopný obvod. Tento režim je realizovaný klopným obvodom riadeným hranou, čím je zabezpečené, že krátky riadiaci signál bude tento obvod preklápať zakaždým, keď bude hovor trvať práve 4 zazvonenia. Takto vzniknutý signál je vhodný na spracovanie v ďalšom bloku.

Druhý pracovný režim musí zabezpečiť, že pri riadiacom signále zariadenie zopne na vopred určenú dobu. Dalšie riadiace signály nemajú mať vplyv na zariadenie, teda nemá byť doba predĺžená ani predčasne vypnutá. Na výber bude z rôznych časových úsekov medzi ktorými sa bude voliť prepínačom 2, ktorý bude vyberať medzi rôznymi rezistormi tvoriacimi časovú konštantu klopného obvodu. Klopný obvod nesmie byť znovuspustiteľný, tým bude zabezpečené, že na ďalšie riadiace signály nebude reagovať.

Požiadavky na funkčnosť druhého pracovného režimu ponúkajú ďalšie možnosti, ktoré by však boli iba modifikáciou tohoto režimu. Napríklad časový režim zastaviteľný pri ďalšom riadiacom signále alebo časový režim ktorý by ďalšími zazvoneniami čas predlžoval, tu by našiel uplatnenie znovuspustiteľný klopný obvod.

2.7 Výstupný obvod

Úlohou výstupného obvodu bude, na základe riadiaceho signálu spínať a vypínať elektrický spotrebič.

Vzhľadom k funkciám predchádzajúcich obvodov, tento obvod môže pozostávať iba z výkonového relé ktorého riadiace napätie má dostatočne nízku úroveň vzhľadom k napäťovým hladinám v tomto zariadení. Tento obvod bude zahŕňať aj svetelnú signalizáciu o stave na výstupe, pre prípad potrebnej kontroly priamo na mieste.

2.8 Napájací obvod

Napájací obvod má za úlohu prispôbiť sieťové napätie požiadavkam zariadenia. V tejto práci je používaný sériovo vyrábaný stabilizovaný zdroj, ktorý môže byť použitý aj na nabíjanie telefónu.

Tento zdroj má výstupné napätie 5V a prúd 600mA. Pred jeho použitím je treba najskôr zistiť, či zariadenie nepotrebuje väčší prúd ako je zdroj schopný dodať. Blok po bloku bude prebraná prúdová spotreba pre zopnuté relé, keďže vtedy dosahuje prúdový odber maximum. Presné vyčíslenie prúdového odberu jednotlivých blokov bude rozobrané v kapitole obvodového návrhu, časti Napájací obvod.

2.9 Voľba aktívnych súčiastok

Táto podkapitola sa zaoberá výberom aktívnych súčiastok do všetkých blokov. Napájací blok bude realizovaný dostupným stabilizovaným zdrojom, schopným dodať pri napätí 5V potrebný prúd (vypočítaný v kapitole 3.4).

Vstupný obvod bude obsahovať bipolárny tranzistor KC 507, ktorý plní funkciu zosilňovača a v podstate aj detektoru spínacieho signálu. V tvarovacom obvode bude opäť tranzistor KC 507, ktorý spolu s pomocnými pasívnymi súčiastkami vstupný signál vytvára a zosilní na požadovanú úroveň. V ďalšom bloku bude použitý dekadický čítač HCF4017B na počítanie zazvonení v jednom hovore, v tomto bloku bude súčasne použitá aj dvojica znovuspustiteľných monostabilných klopných obvodov v jednom puzdre – 4098 a jeden logický člen NAND a monostabilný klopný obvod realizovaný časovačom 555. Dva pracovné režimy budú realizované klopným obvodom typu D riadeným hranou a tranzistorom KC 507 pre režim samostatného zapnutia alebo vypnutia a časovačom 555 v zapojení monostabilného klopného obvodu pre časový režim. Vo výstupnom obvode bude použité výkonové relé JQX-14FC1 CS10, spínajúce prúd do 10A.

3 OBVODOVÝ NÁVRH GSM DIAĽKOVÉHO OVLÁDANIA

Táto kapitola sa zaoberá obvodovým návrhom GSM diaľkového ovládania. Hodnoty súčiastok boli vypočítané na základe uvedených vzorcov, odsimulované v simulačnom programe OrCAD Capture a následne otestované pomocou osciloskopu. Vzorce použité na výpočet všetkých tu uvedených obvodových prvkov boli čerpané z [7].

3.1 Vstupný a tvarovací obvod

Vstupný signál pre vstupný obvod vychádza z mobilného telefónu. Tento signál je do telefónu dovedený vodičom zapojeným v reproduktorovom výstupe mobilného telefónu.

Tento signál je cez oddelovací kondenzátor dovedený na bázu tranzistora. Oddelovací kondenzátor tvorí spolu s napäťovým deličom v bázi a vstupným odporom tranzistora filter typu horná priepusť, preto je pri výbere kondenzátora treba dbať na to, aby prepúšťal aj dôležité frekvencie vstupného signálu. Frekvenciu vstupného signálu nebolo možné zmerať na dostupných prístrojoch, s prihliadnutím na vzťah (1), tak aby prepúšťal dostatočne nízke frekvencie avšak oddeloval jednosmernú zložku bol preto vybraný kondenzátor o veľkosti 2,2 μF a následne bola správna funkcia overená osciloskopom. Medzná frekvencia CR filtru je daná vzťahom (1)

$$f_m = \frac{1}{2\pi \cdot RC} \quad (1)$$

Vstupný obvod je tvorený tranzistorom na ktorého bázu je cez oddelovací tranzistor privedený už spomenutý signál. Tento signál je potrebné zosilniť na dostatočnú úroveň pre ďalšie spracovanie. Pasívnymi súčiastkami je nastavený pracovný bod, tak aby aj slabý signál z výstupu mobilného telefónu otvoril priechod, ktorý signál zosilní, tranzistor je nastavený do pracovnej triedy AB, čiže s malým jednosmerným bázovým napätím. Vybraný tranzistor T1 je KC507, rezistori nastavujúce jeho pracovný bod (R1, R2 a R3) boli vypočítané na základe vzorcov (2), (3) a (4). Rezistor R1 nastavuje kolektorový prúd, pre napätie 5V bol zvolený kolektorový prúd $I_c = 20\text{mA}$.

$$R1 = \frac{U_{cc}}{I_c} \quad (2)$$

Po dosadení:

$$R1 = \frac{5}{20 \cdot 10^{-3}} = 250\Omega,$$

jeho hodnota bola stanovená na 250 Ω , vzhľadom na dostupnosť súčiastok bol zvolený rezistor 270 Ω .

Rezistorový delič v bázovom obvode nastavuje pracovný bod tranzistoru, teda napätie báza-emitor a bázový prúd. Z charakteristík tranzistora KC507 bol pri zadanom

napájacom napätí odčítaný básový prúd $I_B = 35 \mu A$ a básové napätie $U_{BE} = 0,67 V$. Rezistor R2 bol vypočítaný vzorcom (3), prebratým zo [7]:

$$R2 = \frac{U_{CC} - U_{BE}}{6 \cdot I_B}, \quad (3)$$

Napätie U_{BE} a prúd I_B bol určený na začiatku návrhu, napätie U_{CE} bolo odčítané z charakteristík tranzistora. Po dosadení a výbere z rady vyrábaných rezistorov bol určený na hodnotu $R2 = 18 k\Omega$.

Rezistor R3 z deliča bol vypočítaný vzorcom (4):

$$R3 = \frac{U_{BE}}{5 \cdot I_B}, \quad (4)$$

po dosadení:

$$R3 = \frac{0,67}{5 \cdot 0,35 \cdot 10^{-6}} \approx 3828 \Omega,$$

jeho hodnota bola preto zvolená $R3 = 3,6 k\Omega$.

Dôležitým parametrom tvarovacieho obvodu je zvlnenie výsledného priebehu. Zvlnenie je dané rovnicou (5) prevzatou s [5].

$$p = \frac{U_{p-p}}{U_0} \cdot 100, \quad [\%] \quad (5)$$

Tu p predstavuje výsledné zvlnenie udávané v percentách, U_{p-p} je hodnota medzivrcholového napätia a U_0 je stredná hodnota napätia tohto priebehu. Požadované zvlnenie je potom dosadené do rovnice (6), prevzatej z [5], na získanie parametrov vyhladzovacieho obvodu. V tomto prípade je v prvom stupni tvarovacieho obvodu použitá zotrvačná záťaž vstupného obvodu – RC člen s diódou.

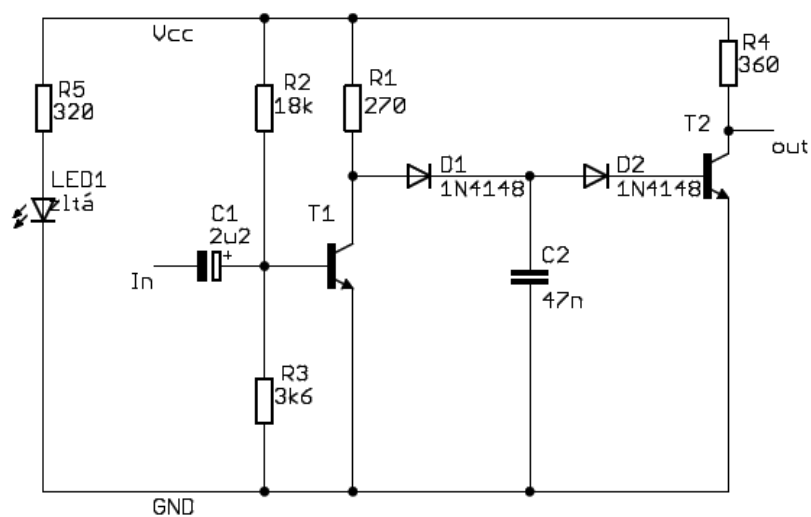
$$C_{min} = \frac{60 \cdot i}{f \cdot p \cdot U_0}. \quad (6)$$

Táto rovnica udáva minimálnu potrebnú kapacitu kondenzátora v μF pre dosiahnutie požadovaného zvlnenia p pri nabíjacom prúde i ktorý je v tomto prípade kolektorovým prúdom vstupného obvodu. U_0 je stredná hodnota napätia a f je frekvencia vstupného prúdu. Keďže tvarovací obvod tohto zariadenia je zložitejší a tento RC článok v ňom nehrá najdôležitejšiu úlohu je možné, vzhľadom na niektoré nezistené potrebné veličiny, najmä priebeh nabíjacieho prúdu, veľkosť kondenzátora odhadnúť a overiť experimentálne. V tejto práci je použitý $C2 = 47 nF$, za týmto členom je takmer obdĺžnikový signál superponovaný na jednosmernej zložke. Táto zložka vznikla tým, že tranzistor pracuje v triede AB, teda na jeho výstupe je stále malé jednosmerné napätie.

Na odstránenie tejto zložky je možné s výhodou použiť diódu, keďže jej prahové napätie je približne rovnaké ako táto zložka a pre prechádzajúci prúd nepredstavuje významný odpor. Tranzistor T2 je opäť KC507 a s každým pulzom na vstupe vytvára takmer dokonalý obdĺžnikový priebeh na výstupe so striedou opačnou k signálu vstupnému (vysoká úroveň 5 sekúnd, nízka 1 sekundu). Kolektorový prúd tranzistoru T2 je nastavený rezistorom R4 ktorého hodnota je určená na základe vzorca (2) a jeho

hodnota je $R4 = 360 \Omega$. Tento signál je použitý v ďalšom bloku.

Vo vstupnom obvode je aj svetelná signalizácia napájania tvorená LED diódou a odporom R5 ktorého veľkosť bola na základe Ohmovho zákona pre napájacie napätie 5V a požadovaný prúd 15 mA určená približne 320Ω . Obrázok číslo 8 predstavuje obvodovú schému vstupného a tvarovacieho obvodu.



Obr. 8: Vstupný a tvarovací obvod

3.2 Zabezpečovací obvod

Zabezpečovací obvod plní úlohu dodatočnej ochrany pred neautorizovaným spínaním, a zároveň sa stará o to, aby nemienilo stav výstupu každé zazvonenie. Vzhľadom k bezpečnostným nastaveniam v mobilnom telefóne (obmedzenie čísel z ktorých hovor je zvukovo signalizovaný) predstavuje tento obvod skôr náznak možného riešenia v prípade, že by mobilný telefón neponúkal takéto možnosti.

Táto práca predpokladá ako spôsob zabezpečenia proti nežiadúcemu spínaniu počítanie zazvonení. Iba vopred stanovený počet zazvonení, v tejto práci 4, je schopný zmeniť stav vypínača.

Elektronika ponúka rôzne spôsoby realizácie počítania impulzov. K najjednoduchším patrí napríklad nabíjanie kondenzátora, ktorý by sa v neprítomnosti zvonenia vybíjal cez paralelný rezistor. Ak by hodnota napätia na kondenzátore dosiahla určitú požadovanú hodnotu, zodpovedajúcu vybranému počtu zazvonení, mohlo by byť toto napätie použité na vstupe komparátora ktorý by mal na túto hodnotu nastavené referenčné napätie a tak by vygeneroval riadiaci signál. Táto možnosť je však pomerne nespoľahlivá vzhľadom k priebehom napätia v obvode, navyše vylučuje použitie presného počtu zazvonení a umožňuje iba reakciu na minimálny počet zazvonení, teda ich môže byť aj viac. K dômyselnejším metódam patrí napríklad použitie mikrokontroléru, ktorý by zároveň mohol, v prípade väčších nárokov aj rozpoznávať rôzne druhy vstupného signálu a tým by ponúkal väčšie možnosti používateľovi. Požiadavky na zariadenie v tejto práci sú však najmä jednoduchosť a preto mikrokontrolér nebude použitý. Ďalej sa ponúka použitie posuvného registra alebo čítača v kombinácii s vhodnými logickými obvodmi, táto možnosť bola zvolená a v ďalšom odstavci bude podrobne prebratá.

Na samotné počítanie zazvonení je použitý dekadický čítač 4017, jeho štvrtý výstup bude fungovať ako časť riadiaceho signálu pre ďalší blok. Ako bolo už spomínané, resetovanie pred každým hovorom je riešené dvojicou klopných obvodov.

Resetovací obvod je tvorený integrovaným obvodom 4098, dvojicou monostabilných znovuspustiteľných klopných obvodov. Výstupy klopných obvodov a čítača boli zapojené podľa dokumentácie uvedenej v prílohe A.1, dostupnej na [6] a hodnoty súčiastok vypočítané pomocou uvedených vzorcov.

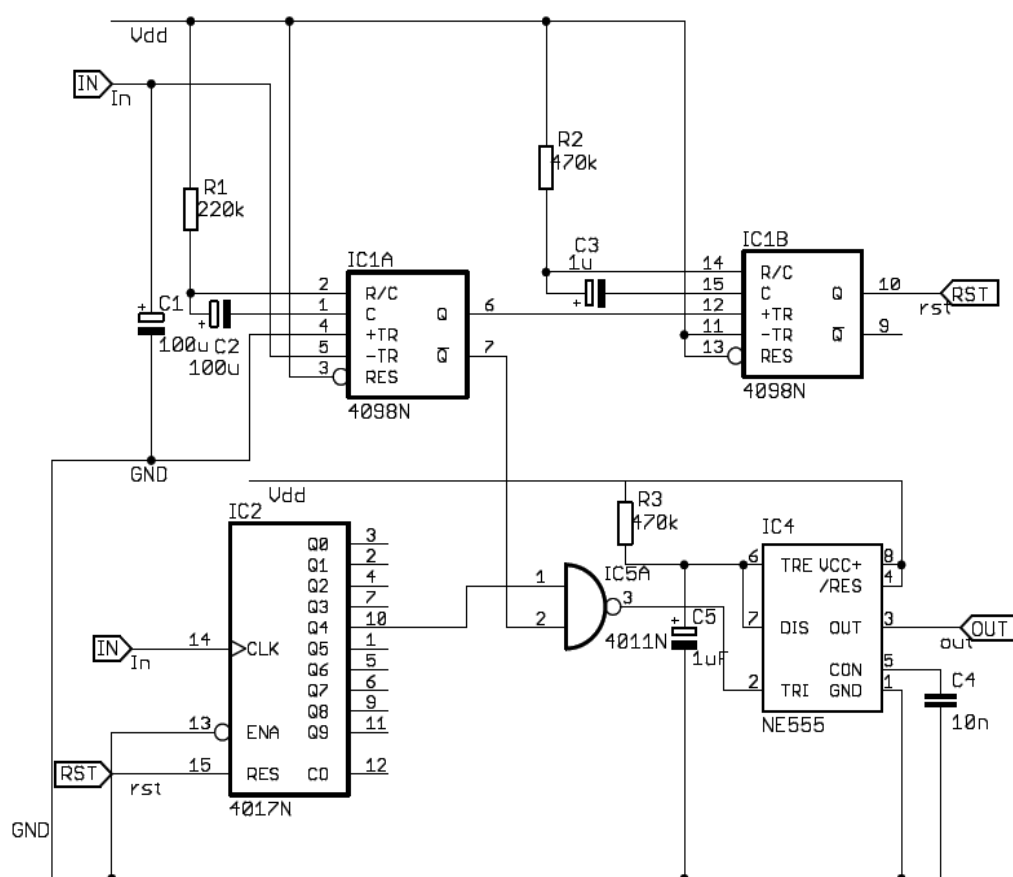
Prvý monostabilný klopný obvod je nastavený na trvanie dočasne stabilného stavu $t_1 = 8$ s. Táto doba je stanovená súčiastkami R1 a C1 na základe vzorca (7) kde C1 bol zvolený 100 μ F a R1 následne dopočítaný, zvolená hodnota bola 220 k Ω . Hodnota súčiastok má časovú konštantu 11s z dôvodu nepresnosti vyrábaných súčiastok. Vstup tohto klopného obvodu je ošetrený proti zákmitom kondenzátorom C3 o veľkosti 100 μ F na vyhladenie vstupných zákmitov, jeho hodnota bola určená experimentálne, meraním výstupného napätia osciloskopom.

$$t = \frac{1}{2} \cdot R \cdot C. \quad (7)$$

Druhý monostabilný klopný obvod má dočasne stabilný stav trvajúci približne 0,2 s. Kondenzátor C2 bol zvolený 1 μ F a hodnota rezistoru R2 bola určená na 470 k Ω . Jeho

výstup je použitý ako vstup v resetovacom obvode a jeho vysoká hodnota resetuje čítač pred každým hovorom. Výstup obvodu je tvorený logickým členom NAND, ten generuje riadiacu, nízku úroveň práve vtedy, ak je na výstupe čítača 4 vysoká hodnota a zároveň na výstupe prvého monostabilného klopného obvodu vysoká hodnota, čo znamená že volajúci zazvonil práve 4-krát a položil. Za týmto členom nasleduje časovač 555 v zapojení monostabilného klopného obvodu ktorého doba dočasne stabilného stavu bola vypočítaná na základe (8) prebratého z [7] a hodnoty boli určené $C3 = 1\mu\text{F}$ a $R3 = 470\text{ k}\Omega$, tie dávajú čas dočasne stabilného stavu približne $t = 0,5\text{s}$. Tento obvod má za úlohu z „trvalej“ hodnoty na výstupe logického člena NAND vytvoriť iba krátky riadiaci impulz pre ďalší blok.

$$t = 1,1 \cdot R \cdot C \quad (8)$$



Obr. 9: Zabezpečovací obvod

3.3 Obvody pracovných režimov a výstupný obvod

Obvody pracovných režimov určujú, ako bude zariadenie pracovať, teda spôsob zapínania / vypínania. V tejto podkapitole budú opísané oba pracovné režimy používané v tejto práci. Vstupný signál pre tieto obvody bude tvoriť výstup zabezpečovacieho obvodu a medzi režimami bude volené dvojpólovým prepínačom ON-ON. Druhá strana prepínača je pripojená na výkonové relé ktoré je jedinou súčiastkou výstupného obvodu.

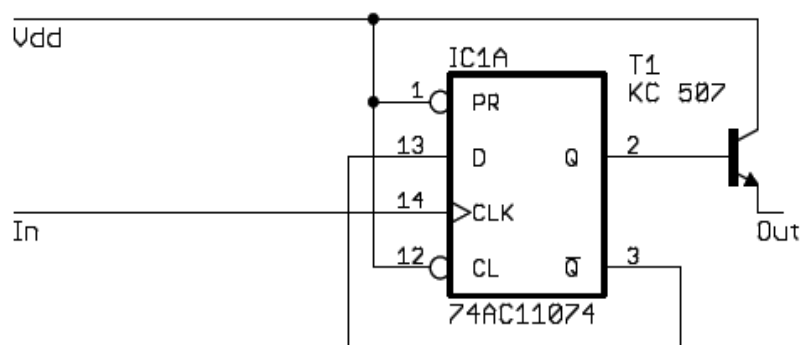
Prvý pracovný režim, kde používateľ zapína aj vypína zariadenie sám, je realizovaný klopným obvodom typu D riadeným hranou. Každý dostatočne dlhý hovor teda zmení stav na výstupe tohto obvodu. Výstup obvodu má na spínanie relé nedostatočný výstupný prúd, preto je výstupné výkonové relé ktoré je časťou výstupného obvodu spínané pomocou tranzistora KC 507, vysoká úroveň na výstupe klopného obvodu teda znamená relé zopnuté, nízka naopak vypnuté. Obrázok č. 10 ukazuje potrebné zapojenie integrovaného obvodu na vykonávanie opísanej funkcie, prebrať z [6].

Druhý pracovný režim so samostatným vypínaním bude realizovaný časovačom 555 v monostabilnom zapojení s prepínačom rezistorov ktorý bude určovať dobu dočasne stabilného stavu – dobu zopnutia spotrebiča. Spoločný kondenzátor pre všetky časové konštanty, C1, bol zvolený s kapacitou 470μF. Rezistor určujúci dobu dočasne stabilného stavu je pri časovači 555 obmedzený na hodnotu maximálne 20 MΩ, kondenzátor nemal uvedený žiaden maximálny limit. Ako prvá bola volená najväčšia časová konštanta, 60 minút. Na základe vzorca (9), odvodeného od vzorca (8):

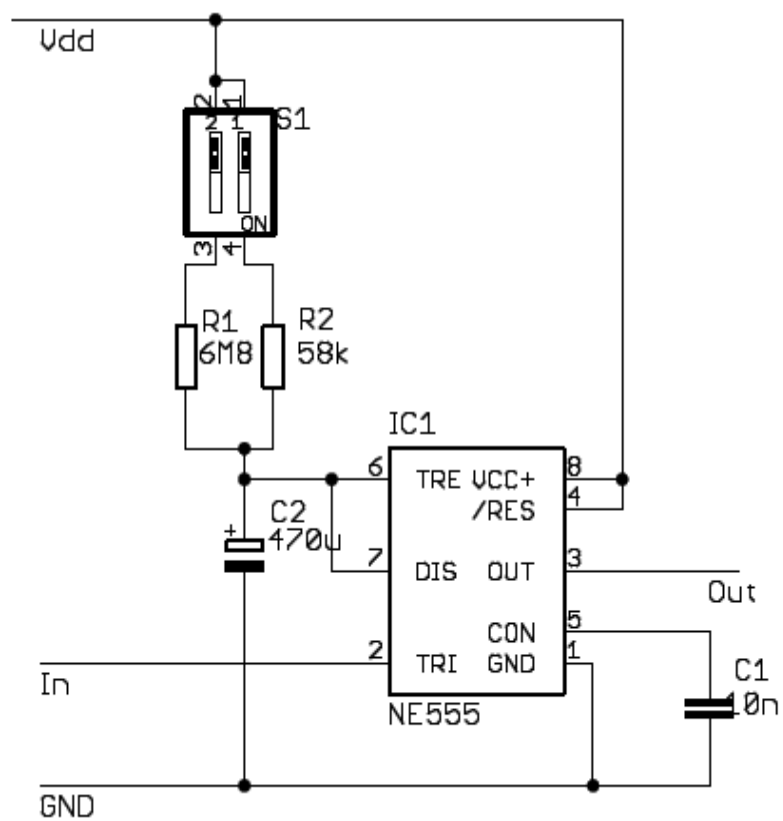
$$R = \frac{t}{1,1 \cdot C} = \frac{3600}{1,1 \cdot 470 \cdot 10^{-6}} \approx 6,9 \text{ M}\Omega, \quad (9)$$

bola potom hodnota rezistoru R1 určená približne 6,8 MΩ. Druhá časová konštanta, ktorej dĺžka bola zvolená z demonštračných dôvodov, približne 9 sekúnd je realizovaná rezistorom R2 = 18 kΩ ktorého veľkosť bola taktiež vypočítaná na základe hore uvedeného vzorca avšak s hodnotou t = 9s. Tretia časová konštanta je daná paralelnou kombináciou oboch rezistorov, keďže tento druh prepínača umožňuje výber ľubovoľného alebo oboch rezistorov, treba si však dať pozor, aby bol aspoň jeden z nich zvolený. Paralelná kombinácia R1 a R2, pri ich výraznom rozdieli je však takmer totožná s 18 kΩ takže čas bude veľmi blízky 9 sekundám, preto tejto kombinácií nebude venovaná pozornosť. Schéma tohoto zapojenia je uvedená na obrázku č. 11.

Vo výstupnom obvode bude zapojená paralelne k relé LED dióda s rezistorom nastavujúcim jej prúd na približne 15 mA (odpor 320 Ω, vypočítaný vo vstupnom obvode) signalizujúca stav výstupu – zapnutie alebo vypnutie. Dióda D3 plní ochrannú úlohu pri vypínaní relé.



Obr. 10: Obvodové zapojenie režimu z - v



Obr. 11: Obvodové zapojenie časového režimu

3.4 Napájací obvod

Riešenie napájacieho obvodu je opísané v kapitole blokového návrhu. Táto kapitola sa venuje energetickej bilancii celého zariadenia a zisťuje vhodnosť použitého napájacieho zdroja.

Údaje o prúdovej spotrebe jednotlivých blokov sú čerpané z výpočtov v obvodom návrhu zariadenia a z katalógových listoch integrovaných obvodov.

Tranzistorový obvod prvého a druhého bloku + LED = 49,21 mA

Odbery integrovaných obvodov:

Klopny obvod – 4098	= 30 μ A
Dekadický čítač – 4017	= 20 μ A
NAND – 7438	= 0,4 mA
Klopny obvod D – 74AC74	= 20 μ A
2x časovač 555	= 12 mA
relé	= 106 mA

celkový prúdový odber = 168 mA

Z uvedených výpočtov vyplýva, že zdroj s max. výstupným prúdom 600 mA môže byť použitý na napájanie celého zariadenia, navyše je možné týmto zdrojom napájať súčasne aj mobilný telefón keďže nabíjačka k nemu má výstupný prúd 350 mA.

4 NÁVRH KONŠTRUKČNÝCH PODKLADOV

Táto kapitola sa zaoberá konštrukčnými problémami výsledného zariadenia, najmä postup návrhu dosky a výsledná schéma celého zariadenia. Obrázok č. 12 ukazuje celú schému zariadenia, kde In predstavuje vstup celého zariadenia, Vcc je napájacie napätie a GND je zem.

4.1 Vývoj dosky plošných spojov

Okrem samotného výberu aktívnych a pasívnych prvkov a ich rozloženia je potrebné venovať sa aj návrhu dosky plošných spojov. Na návrh dosiek sa používa množstvo programov, v tejto práci je použitá skúšobná verzia programu Eagle, keďže je dostupná zadarmo a zložitosť dosky je dostatočne jednoduchá na to, aby tu mohla byť navrhnutá, taktiež vzhľadom na skúsenosti s týmto programom.

Pri výrobe dosiek plošných spojov sa používajú rôzne technológie na základe požadovanej presnosti a zložitosti dosky. Toto výrazne ovplyvňuje náklady na výrobu dosky. Doska pre túto prácu bude vyrobená v školskej dielni, tá udáva jasné pravidlá na návrh dosky čerpané z [9], ktoré tu budú spomenuté.

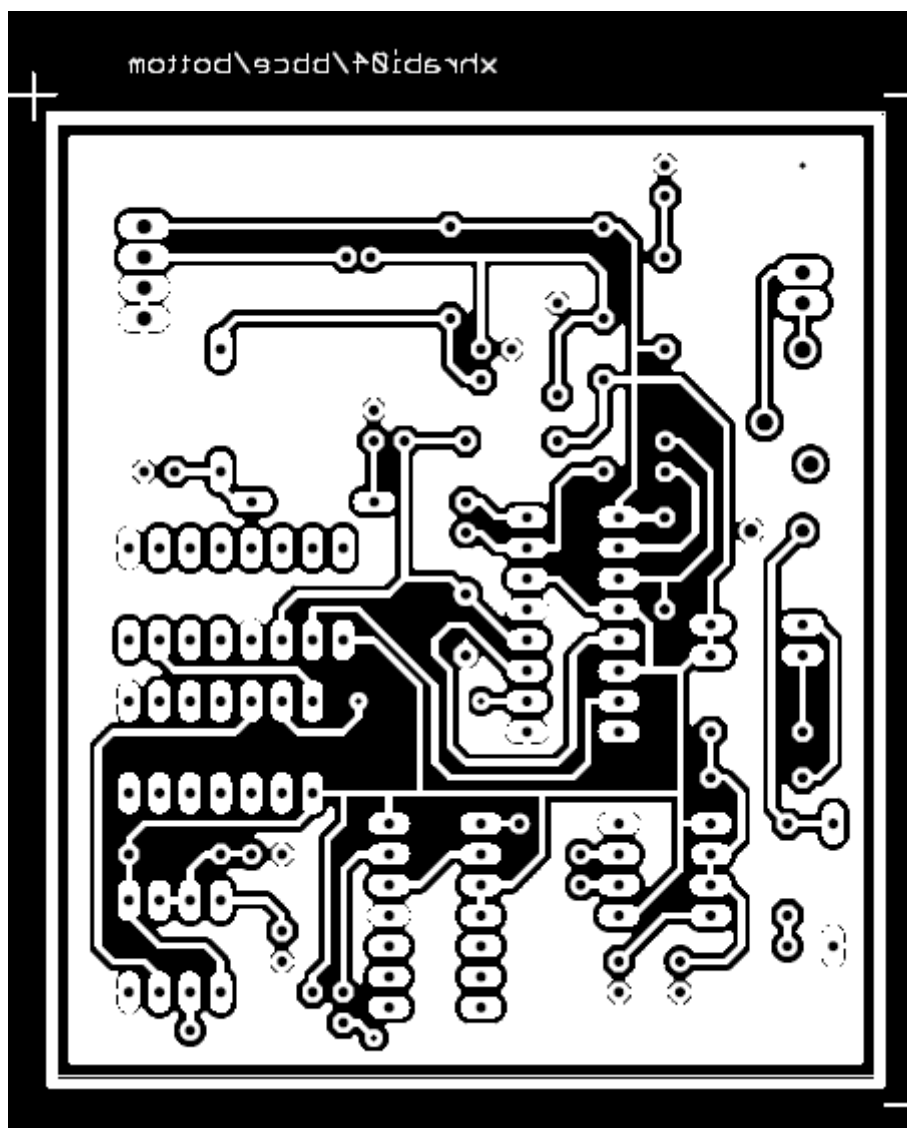
Na hrúbku spoja je kladené požadované minimum 0,3mm a to iba v nutnom úseku, preto je zvolená šírka spoja 0,4mm. Pri hrúbke medenej vrstvy 18 μ m, čo je minimum a maximálnom oteplení 10°C je maximálna prúdová zaťažiteľnosť 0,8 A, táto bola zistená pomocou kalkulačky dostupnej na [8]. Keďže zdroj použitý v tejto práci poskytuje 350mA môže byť táto šírka použitá na celej doske.

Ďalšie požiadavky boli splnené so žiadnou alebo len malou rezervou vzhľadom na rozmery dosky plošných spojov. Tieto požiadavky boli konkrétne: minimálna šírka medzery = 0,3mm; minimálny odstup od polygónu 0,6 mm; minimálny priemer vrtaného otvoru = 0,6mm; minimálny priemer plošky = 1,42mm a minimálna šírka medzikružia = 0,41mm. Tieto podmienky boli dodržané, keďže prvky v knižniciach eagle dodržiavajú potrebné rozmery otvorov a plošiek, ďalšie požiadavky boli splnené pri samotnom návrhu dosky ako kreslenie polygónu atď.

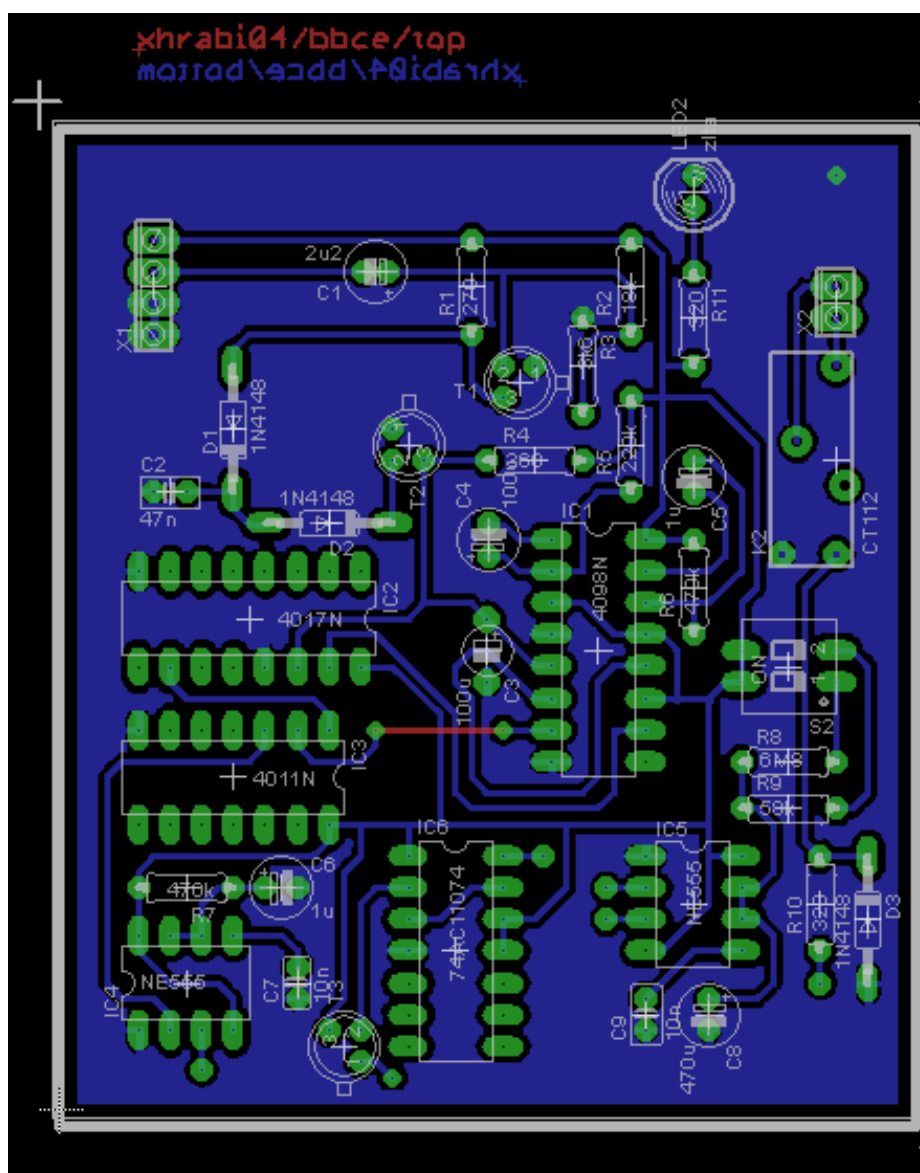
Doska obsahuje jeden drôtový prepój a niektoré súčiastky neboli umiestnené priamo na doske. Dôvodom je, že celá doska bude umiestnená v krabičke a tieto súčiastky, konkrétne prepínač 1, ktorý určuje pracovný režim a obe LED diódy, z ktorých žltá indikuje stav napájania (svieti = napájanie je v poriadku) a zelená stav relé (svieti = relé / spotrebič je zopnutý) budú umiestnené na povrchu, tak aby indikácia stavu a voľba režimov bola dostupná z vonku.

Motív dosky plošných spojov vytvorený v programe Eagle je ukázaný na obrázku č. 13. Na obrázku číslo 14 je uvedené rozloženie súčiastok vrátane motívu vodivých ciest pre lepšiu orientáciu, ako už bolo spomenuté ide iba o jednostrannú dosku a červený spoj – spoj na hornej vrstve predstavuje iba drátovú prepojku a v konečnom riešení nebude figurovať, v návrhu sa nachádza z čisto technologických dôvodov.

Súpiska súčiastok uvedených na schéme zariadenia, obrázku číslo 12, je uvedená v tabulke číslo 2, vrátane hodnoty a puzdra všetkých súčiastok.



Obr. 13: Doska plošných spojov



Obr. 14: Rozloženie súčiastok na doske plošných spojov

Tabulka 1: Rozpiska súčiastok

Označenie	Hodnota	Púzdro	Popis
R1	270 Ω	0207	rezistor
R2	18 k Ω	0207	rezistor
R3	3,6 k Ω	0207	rezistor
R4	18 k Ω	0207	rezistor
R5	360 Ω	0207	rezistor
R6	220 k Ω	0207	rezistor
R7	470 k Ω	0207	rezistor
R8	470 k Ω	0207	rezistor
R9	6,8 M Ω	0207	rezistor
R10	18 k Ω	0207	rezistor
R11	270 Ω	0207	rezistor
R12	270 Ω	0207	rezistor
C1	2,2 μ F	E2-5	Elektrolitický kondenzátor
C2	47 nF	C025-025X050	Keramický kondenzátor
C3	100 μ F	E5-4	Elektrolitický kondenzátor
C4	100 μ F	E2-5	Elektrolitický kondenzátor
C5	1 μ F	E2-5	Elektrolitický kondenzátor
C6	1 μ F	E2-5	Elektrolitický kondenzátor
C7	10 nF	C025-025X050	Keramický kondenzátor
C8	470 μ F	E2-5	Elektrolitický kondenzátor
C9	10 nF	C025-025X050	Keramický kondenzátor
LED1		LED5MM	Zelená LED
LED2		LED5MM	Žltá LED
D1		DO35-10	usmerňovacia dióda
D2		DO35-10	usmerňovacia dióda
T1		TO 18	tranzistor KC507
T2		TO 18	tranzistor KC507
T3		TO 18	tranzistor KC507
IC1		DIP16	2x Klopný obvod
IC2		DIP16	Dekadický čítač
IC3		DIP14	4x 2input NAND
IC4		DIP8	Časovač 555
IC5		DIP8	Časovač 555
IC6		DIP16	2x Klopný obvod D
K1		REED	Výkonové relé
S1		320-938	Dvojpólový prepínač
S2		EDG-02	Dvojité prepínač

5 REALIZÁCIA FUNKČNÉHO VZORKU

5.1 Oživovanie

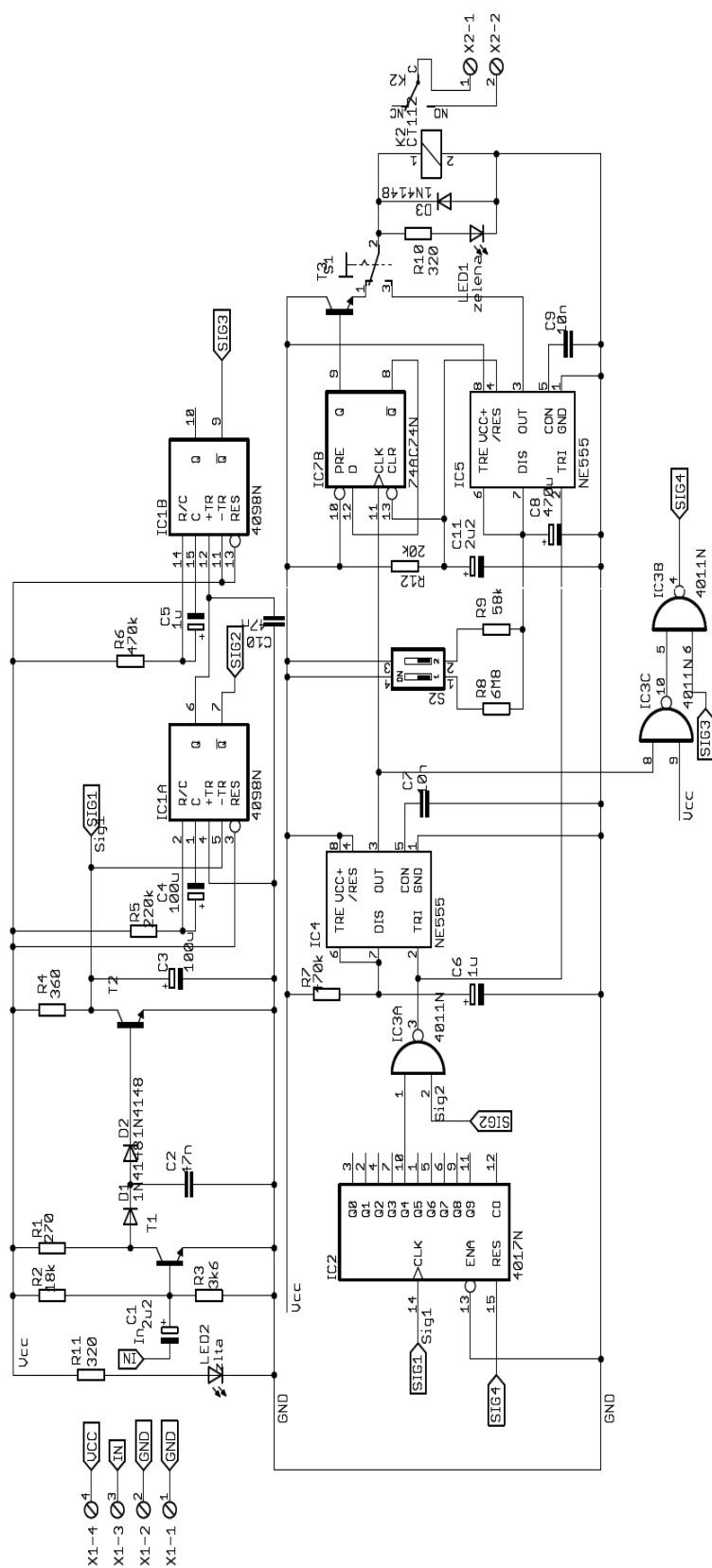
Pri osádzaní dosky bolo zistených niekoľko problémov. Ako prvé bolo zistené, že výstupný signál integrovaného obvodu 4098 (klopný obvod) spôsoboval kvôli zákmitom ktoré neboli pozorované na osciloskope problémy v naväzujúcom integrovanom obvode. Tento problém bol vyriešený pridaním kondenzátora o kapacite 47n.

Najlepším riešením nasledujúcich problémov by bolo zhotovenie novej dosky plošných spojov, čo však z časových dôvodov nebolo možné a tak boli problémy vyriešené dostupnými prostriedkami.

Druhý, závažnejší problém nastal chybou pri návrhu dosky plošných spojov, omylom bol vybraný zastaralý typ klopného obvodu D a jeho vstupy a výstupy neboli zhodné s dostupnými integrovanými obvodmi. Riešenie ponúkalo použitie drôtových prepojek ktoré doviedli signál k požadovaným vstupom.

Ďalším problémom bol zlý predpoklad funkčnosti MKO tvoreného časovačom 555, že sa vráti do trvalo stabilného stavu aj ak je na jeho vstupe nízka úroveň. To by znamenalo, že po úspešnej zmene stavu pri používaní časového režimu by bolo potrebné zavolať ešte raz, avšak bez splnenia podmienky 4 zazvonení, aby sa člen NAND vrátil do vysokej úrovne a umožnil klopnému obvodu návrat do trvale stabilnej úrovne. Takéto riešenie by však nebolo vhodné, preto ako riešenie tohoto problému boli použité ďalšie drôtové prepojkky a z dostupných signálov boli vytvorené na logickom člene NAND ďalšie výstupy. Invertovaný výstup zo spomenutého MKO, ktorý tvorí vstup ďalšieho člena spolu so signálom z pôvodného resetovacieho MKO (invertovaného), tento signál slúži ako resetovací, výstup je braný zo vstupu časovača 555 pre časový režim a z výstupu pre režim Z - V. Týmto signálmi je riešený reset čítača v zabezpečovacej časti aj po skončení hovoru, čím sa poruší podmienka na vstupe člena NAND a ten jeho riadiaci výstup sa vráti do trvale stabilného stavu. Pri týchto úpravách teda odpadá nutnosť použitia MKO v zabezpečovacom obvode, keďže je vytvorený impulzný riadiaci signál, avšak tento obvod bol ponechaný z dôvodu jeho využitia ako oneskorovací člen, keďže bez neho by boli zmeny príliš rýchle čo by spôsobovalo nefunkčnosť obvodu. Obrázok č. 15 teda ukazuje aktuálne, zmenené zapojenie celého obvodu. V dôsledku toho, že pre pracovné režimy je riadiaci signál braný z rôznych výstupov nieje možné použiť na vstupe prepínač, režim je teda volený iba na výstupe obvodov. Pri aktivácii zariadenia sa teda aktivujú oba režimy avšak riadiaci je iba ten ktorý je zvolený spínačom, z toho vyplýva, že pri prepínaní režimu je nutné skontrolovať stav výstupu (zelená LED) a v prípade potreby ho treba manuálne prehodiť (vypnúť).

Posledný problém bolo spínanie pri zapojení napájania, čo by v praktickom dôsledku mohlo pôsobiť problémy pri výpadku prúdu a opätovnom nahodení. Tento problém bol vyriešený tak, že RC členom bol resetovací vstup pre časovač 555 časového režimu a klopného obvodu D bol po zapnutí podržaný na nízkej – aktívnej úrovni, táto zabránila zopnutiu zariadenia ihneď po pripojení napájania.



Obr. 15: Schéma zariadenia po korekcii

Po odstránení týchto problémov bolo zariadenie umiestnené do montážnej krabičky tak, ako ukazuje obrázok č. 16, ovládací prvok na výber režimov, prepínač č. 1 bol vyvedený a jednotlivé režimy označené ČAS, pre časový režim a START-STOP pre režim manuálneho zapínania a vypínania. LED diódy neboli vyvedené, keďže vzhľadom na povrch krabičky je svetelná signalizácia viditeľná, signalizačné LED diódy boli označené štítkami SIEŤ pre žltú diódu, signalizujúcu napájanie a VÝSTUP pre zelenú diódu, signalizujúcu stav výstupu.



Obr. 16: Zariadenie v montážnej krabičke

Obrázok č. 17 ukazuje zariadenie s otvoreným vrchným dielom a dosku plošných spojov umiestnenú vo vnútri krabičky.



Obr. 17: Zariadenie s odstráneným krytom

6 ZÁVER

V tejto práci boli podľa zadania rozobrané možnosti diaľkového spínania elektrických spotrebičov mobilným telefónom s ohľadom na možnosti predchádzania rušeniu. Podľa požiadaviek jednoduchosti a nízkej ceny bola vybraná jedna možnosť, kde vstupný signál tvorí elektrický signál generovaný v sluchátkovom výstupe mobilného telefónu pri prijímanom hovore, na zabezpečenie je použité počítanie impulzov. Zariadenie disponuje dvoma pracovnými režimami a to režimom samostatného zapínania a vypínania (Z – V) a časovým režimom, ktorý sa po vopred stanovenej dobe samostatne vypne (Č O). Požiadavky boli funkčne zostrojiť vstupný, tvarovací a zabezpečovací obvod, nad rámec požiadavok bolo realizované a overené celé zariadenie vrátane blokov pracovných režimov a výstupného obvodu, mimo výstupné relé. Pri následovnom ožiovovaní bolo nutné vykonať úpravy na zariadení vzhľadom na niektoré nedostatky, po týchto úpravách však zariadenie funguje podľa predpokladu, finálne obvodové zapojenie zariadenia zobrazuje obrázok č. 15. Zariadenie je chránené proti neželanému spínaniu pri pripájaní napájacieho napätia. Miernym nedostatkom je, že vzhľadom na vykonané úpravy sa aktivujú oba režimy naraz, hoci riadiaci je iba jeden (podľa polohy prepínača), to znamená, že pri prepínaní režimov pri pripojenom napätí môže dôjsť k neželanému zopnutiu, ktoré sa však nieje významným problémom keďže pri prehadzovaní režimov na mieste je jednoduché nový stav spozorovať a zmeniť. Rozoberané boli aj ďalšie možnosti doplnenia zariadenia, napríklad o spätnú komunikáciu s používateľom, ktorá by ho informovala o dosiahnutom stave, alebo rozlišovanie vstupných signálov z mobilného telefónu, ktoré by mohlo spínať rôzne pracovné režimy, tieto možnosti však kvôli požadovanej jednoduchosti neboli prakticky vykonané.

LITERATÚRA

[1] REDDY, K., ALTHOBETI, F., HUSSAIN, A. GSM-controllable power switch system for industrial power management. International. Journal of Engineering Trends and Technology, 2011 [cit. 1.12.2011]. Dostupné na www: <http://www.internationaljournalssrg.org>

[2] FLAJZAR, T. GSM alarm. Praha: BEN – technická literatúra, 2005

[3] SIEBERT, M. *Využitie elektromagnetického poľa mobilných telefónov na diaľkové ovládanie elektrických zariadení*. Študentská vedecko-odborná činnosť. Bratislava: FEI STU v Bratislave

[4] BENÍČEK, M. *GSM alarm pro motocykly*. Diplomová práca. Brno: FEKT VUT v Brne, 2009

[5] Stránky o tranzistoroch a elektronike [online].[cit. 1. 12. 2012] Dostupné na WWW: <<<http://alzat.szm.com>>>

[6] GM electronic, *sortiment ponuky GM electronic*, [online].[cit. 1. 12. 2012] Dostupné na WWW: <<<http://www.gme.sk/>>>

[7] HERBERT F. Základy elektroniky a elektronických obvodů. Praha: SNTL – technická literatúra, 1987

[8] CH-PRINT a.s., výroba dosiek s plošnými spojmi [online].[cit. 25. 1. 2013] Dostupné na WWW: <<http://www.ch-print.sk/technicke_podmienky/prudova_zatazitelnost.php>>

[9] Stránky ústavu Rádioelektroniky FEKT VUT v Brne [online].[cit. 25. 1. 2013] Dostupné na WWW: <<<http://www.urel.feec.vutbr.cz/>>>

ZOZNAM SYMBOLOV, VELIČÍN A SKRATIEK

GSM	- Global systém for Mobile communications
SIM	- Subscriber Identity Module
MKO	- Monostabilný klopný obvod

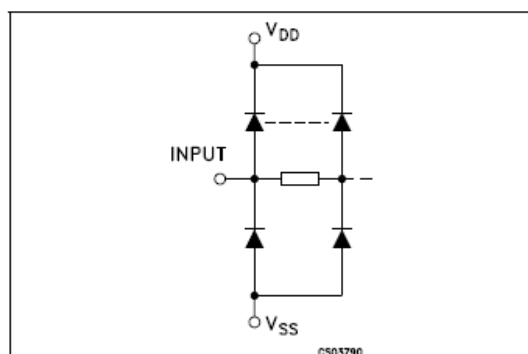
ZOZNAM PRÍLOH

A Prílohy	35
A.1 Katalógový list ku klopnému obvodu	35

A PRÍLOHY

A.1 Katalógový list ku klopnému obvodu

INPUT EQUIVALENT CIRCUIT



PIN DESCRIPTION

PIN No	SYMBOL	NAME AND FUNCTION
4, 12	+TR	Leading Trigger Inputs
5, 11	-TR	Trailing Trigger Inputs
3, 13	RESET	Reset Inputs
1, 15	C _{X1} , C _{X2}	External Capacitors
2, 14	R _X C _{X1} R _X C _{X2}	External resistors to Vdd
6, 7	Q1, Q1	Outputs Mono 1
10, 9	Q2, Q2	Outputs Mono 2
8	V _{SS}	Negative Supply Voltage
16	V _{DD}	Positive Supply Voltage

FUNCTIONAL DIAGRAM

